



## Fuel cell system for mounting in a car has

**Patent number:** DE19924938  
**Publication date:** 1999-12-09  
**Inventor:** KURITA KENJI (JP); KIRYU KOJI (JP); TAKADA KAZUMASA (JP); MATSUOKA AKIRA (JP)  
**Applicant:** AISIN SEIKI (JP)  
**Classification:**  
 - international: **B60L11/18; H01M8/04; H01M8/06; B60L11/18; H01M8/04; H01M8/06; (IPC1-7): H01M8/04; H01M8/00**  
 - european: B60L11/18R; H01M8/04C2; H01M8/06B2  
**Application number:** DE19991024938 19990531  
**Priority number(s):** JP19980167744 19980531

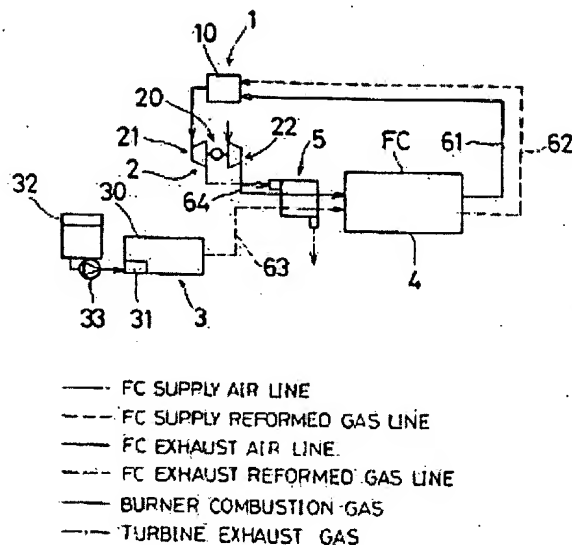
Also published as:

 US6306532 (B1)  
 JP11339831 (A)

Report a data error here

### Abstract of DE19924938

A fuel cell system for mounting in a car has: a combustion device (1) for burning exhaust gas from a fuel cell (4) that is supplied with a reformed gas from a reformer (3); and a turbine compressor (20) to feed air into the fuel cell while air is compressed at a compressor unit 922) by using combustion energy. The reformer includes an evaporation burner to burn a vaporising fuel. The system further has a heat exchanger (5) for maintaining a temperature of a gas line (63) at an inlet section of the fuel cell while a combustion exhaust gas released from the turbine unit of the turbine is passed in.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 24 938 A 1

57 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 01 M 8/04  
H 01 M 8/00

21 Aktenzeichen: 199 24 938.5  
22 Anmeldetag: 31. 5. 99  
43 Offenlegungstag: 9. 12. 99

DE 199 24 938 A 1

30 Unionspriorität:  
P 10-167744 31. 05. 98 JP  
71 Anmelder:  
Aisin Seiki K.K., Kariya, Aichi, JP  
74 Vertreter:  
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

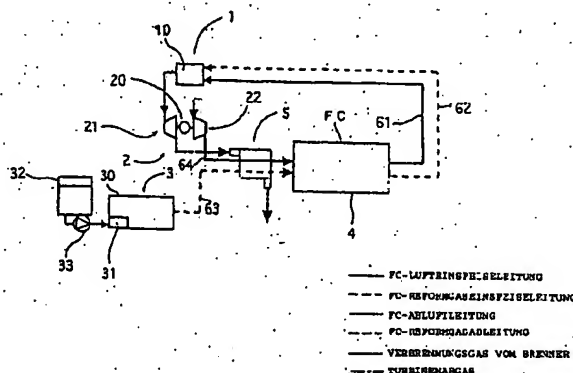
72 Erfinder:  
Kurita, Kenji, Nagoya, Aichi, JP; Kiryu, Koji, Aichi, JP; Takada, Kazumasa, Ogaki, Gifu, JP; Matsuoka, Akira, Chiryu, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Brennstoffzellensystem zur Montage in einem Fahrzeug

57 Es wird ein Brennstoffzellensystem offenbart, das mit einer Verbrennungseinrichtung (1) zum Verbrennen von Abgas von einer Brennstoffzelle (4), die von einem Reformier (3) mit Reformgas versorgt wird, und einem Turbinenkompressor (2) zum Einspeisen von Luft in die Brennstoffzelle (4) ausgebildet ist, indem Verbrennungsenergie der Verbrennungseinrichtung (1) unter Verwendung einer Turbineneinheit (21) Luft an einer Kompressoreinheit (22) komprimiert, wodurch Energie eines Motors (20) zum Antrieb des Turbinenkompressors zur Rotation mit Hilfe von wiedergewonnener Energie durch eine effektive Anwendung von unbenutztem Gas reduziert wird.



DE 199 24 938 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Brennstoffzellensystem zur Montage in einem Fahrzeug bzw. Fahrzeugbrennstoffzellensystem, mit einer Verbrennungseinrichtung zum Verbrennen von Abgas von einer mit Reformgas von einem Reformator versorgten Brennstoffzelle und einem Turbinenkompressor zum Einspeisen von Luft in die Brennstoffzelle, indem die Luft an einer Kompressoreinheit unter Anwendung von Verbrennungsenergie der Verbrennungseinrichtung zur Wiedergewinnung von Energie durch eine effektive Verwendung von unbenutztem Gas komprimiert wird.

Es ist bekannt, daß, wenn in einer Brennstoffzelle einer Polymerelektrolytbauart (PEFC) ein Gasdruck von Wasserstoff und Sauerstoff, die in der Reaktion verwendet werden, erhöht wird, die Elektrodenreaktion aktiviert und ein Ausgabeleistungsniveau der Zelle angehoben wird.

Allerdings steigt mit einem Anstieg des Einspeisegases auch der Energiebedarf eines als eine Einspeisequelle für oxidierende Luft verwendeten Luftkompressors, und ist mit Hinblick auf die Nettoausgabeleistung ein Gasdruckbeaufschlagungssystem nicht unbedingt für das System von Nutzen.

Ferner werden der in die Brennstoffzelle gespeiste Wasserstoff und Sauerstoff nicht zu 100% verbraucht, sondern werden relativ zu den Einspeisemengen 20 bis 50% Wasserstoff und 30 bis 70% Sauerstoff als ungenutztes Gas ab bzw. ausgelassen.

Als Verfahren zur Wiederverwendung des unbenutzten Gases ist ein Verfahren zum erneuten Einspeisen des unbenutzten Gases in einen Brennstoffzellenstapel FC vorgeschlagen worden, indem Umlaufleitungen RL gemäß Fig. 9 (JP-A-8-203547) installiert worden sind, und ist ein Verfahren zur Anwendung des unbenutzten Gases als ein Brennstoff für einen Brenner für einen Verdampfer V eines Reformers K vorgeschlagen worden, der in Fig. 10 (JP-A-5-283091) gezeigt ist.

Ferner liegt, obwohl eine Brennstoffzelle (FC) eine geräuschlose und nicht verschmutzende Energiequelle ist, eine Schlüsselstelle der Ausbildung eines hocheffizienten Gesamtsystems darin, wie die Energie einer Lufteinspeisevorrichtung, wie etwa eines Luftkompressors, begrenzt wird.

Normalerweise ist gemäß einer FC-Energieerzeugungsvorrichtung, die nachstehend als eine Normaldruckbauart bezeichnet wird, die bei einem Druck nahe dem atmosphärischen Druck betätigt wird, der Energiebedarf einer Luftzufuhrvorrichtung sicherlich gering; allerdings ist ein Gesamtenergieerzeugungsbetrag der FC gering und wird die Effizienz mit Hinblick auf das Gesamtsystem nicht unbedingt als herausragend angesehen.

Gleichermaßen wird in einem System, auf das sich als Druckbeaufschlagungsbauart bezogen wird, eine Energieerzeugungsmenge der FC bemerkenswert erhöht. Jedoch ist zur Druckbeaufschlagungsbetätigung auch der Energiebedarf einer Lufteinspeisevorrichtung erhöht. In einem aktuellen System wird das System bei einem Druck betrieben, der ein herausragendes Gleichgewicht der Systemeffizienz gemäß den Merkmalen des jeweiligen Produkts (entwickelte Produkte) erzeugt, oder wird die Systemeffizienz erhöht, indem mittels einer Lufteinspeisevorrichtung ein Druck gemäß einer Belastung gesteuert wird. Ferner muß in einer Brennstoffzellenenergieerzeugungsvorrichtung einer Bauart mit fester Polymermembran die Ionenleitfähigkeit der Membran erhöht werden, indem die feste Polymermembran befeuchtet wird. Für diesen Zweck wird das Brennstoffgas ( $H_2$  oder dergleichen) und das Oxidationsmittelgas (Luft oder dergleichen) befeuchtet, wodurch eine Feuchtigkeit zu

der festen Polymermembran gespeist wird. Als ein Befeuchtungsverfahren wird generell eine Bläschenbildung bzw. eine Durchperlung (bubbling) oder ein Verfahren zur direkten Zufuhr von Wasser W zu einem Brennstoffgas F und einem Oxidationsmittelgas O durchgeführt, wie es in Fig. 11 gezeigt ist (JP-A-7-326376).

Gemäß dem herkömmlichen Verfahren zum erneuten Einspeisen von unbenutztem Gas in den Brennstoffzellenstapel FC, indem die Umlaufleitungen RL installiert worden sind, entsteht, sofern Reformgas verwendet wird, ein Problem, daß, wenn Reformgas – so, wie es ist – in Umlauf kommt, die Wasserstoffkonzentration reduziert wird.

Ferner entsteht gemäß dem Verfahren zur Anwendung eines unbenutzten Gases als Brennstoff für einen Brenner für den Verdampfer V des Reformers K, obwohl das Verfahren verwirklicht worden ist, ein Problem geschaffen, daß sich die Effektivität in Abhängigkeit von der Konstruktion des Systems unterscheidet.

Sofern in dem erstgenannten Fall der Normaldruckbauart Charakteristiken der FC oder der Energie von Hilfsmaschinen geändert werden, schafft dies ein Problem dahingehend, daß ein Gleichgewichtspunkt noch einmal überprüft werden muß und in Abhängigkeit von Betriebszuständen ein sehr ineffizientes System ausgebildet wird.

Ferner ist im letzteren Fall der Druckbeaufschlagungsbauart eine große Zeitdauer erforderlich, den Druck der Lufteinspeisevorrichtung zu steuern, wodurch ein Problem geschaffen wird, daß das Verfahren unzuverlässig ist für ein System, in welchem eine Belastung in einer kurzen Zeitdauer geändert wird, wie es insbesondere in einer FC in einem Fahrzeug der Fall ist.

In dem vorerwähnten Bläschenbildungsvorgang wird eine Wärmequelle für eine Bläschenbildungsvorrichtung benötigt. Ferner wird gemäß dem Verfahren zur Einspeisung von Wasser W direkt zu den Gasen F und O ein Problem geschaffen, daß die Temperatur der Gase mittels des Befeuchtungsvorgangs verringert wird oder ein Wasserstau in einer Gasleitung oder in einer Brennstoffzelle verursacht werden kann.

Als Einrichtung zur Lösung eines solchen Problems ist gemäß der herkömmlichen Technologie ein Verfahren zur Erwärmung von befeuchtetem Wasser und zur Erhöhung seiner Temperatur durch thermische Austauschenergie von Abgas von einer Brennstoffzelle und Reaktionswärme der Brennstoffzelle mit befeuchtetem Wasser übernommen worden; allerdings verbleibt die Temperatur aufgrund eines Defizits in der Wärmemenge gering, sofern Wärme von diesen verwendet wird, wodurch ein ausreichender Wärmetausch schwierig ist.

Deswegen haben die Erfinder eine erste technische Idee entwickelt, daß das Abgas von einer Brennstoffzelle, die mit Reformgas von einem Reformator versorgt wird, mittels einer Verbrennungseinrichtung verbrannt wird, Luft an einer Kompressoreinheit eines Turbinenkompressors durch Anwendung von Verbrennungsenergie der Verbrennungseinrichtung komprimiert wird und die Luft in die Brennstoffzelle gespeist wird. Ferner haben die Erfinder als ein Ergebnis von Forschung und Entwicklung die Erfindung erzielt, welche die Aufgabe löst, eine Energie eines Motors zu reduzieren, um den Turbinenkompressor zur Rotation anzutreiben, und zwar zur Wiedergewinnung von Energie unter einer effektiven Anwendung von ungenutztem Gas.

Ferner haben die Erfinder die zweite technische Idee der Erfindung entwickelt, daß eine von der Kompressoreinheit in die Brennstoffzelle gespeiste Sauerstoffmenge und eine von dem Reformator in die Brennstoffzelle gespeiste Wasserstoffmenge mittels einer Berechnungseinrichtung ermittelt werden, und zwar unter Anwendung von Strömungsraten

sensoren, wobei eine Strömungsrate von Sauerstoff und eine Strömungsrate von Wasserstoff, die von der Brennstoffzelle in die Verbrennungseinrichtung gespeist werden, basierend auf der ermittelten Menge von Sauerstoff und der ermittelten Menge von Wasserstoff berechnet werden und die Strömungsrate an Sauerstoff und die Strömungsrate von Wasserstoff, die zur Verbrennungseinrichtung gespeist werden, mit Hilfe einer Strömungsratensteuereinrichtung gemäß einem Steuersignal von der Berechnungseinrichtung gesteuert werden. Ferner haben die Erfinder als ein Ergebnis von Forschung und Entwicklung die Erfindung erzielt, wonach eine Aufgabe gelöst wird, das Ansprechverhalten des Systems derart zu beschleunigen, daß das System als eine Fahrzeugbrennstoffzelle verwendbar ist und die Systemeffizienz gefördert wird.

Ferner haben die Erfinder die dritten technische Idee entwickelt, daß Wärme aus von der Verbrennungseinrichtung abgelassenem Verbrennungsabgas, Wärme aus befeuchtetem Wasser von der Befeuchtungs Vorrichtung sowie Wärme von Sauerstoff (Luft) als ein Oxidationsmittelgas für ein Brennstoffgas von der Kompressoreinheit mit Hilfe von Wärmetauschern ausgetauscht werden. Ferner haben die Erfinder als ein Ergebnis aus Forschung und Entwicklung die Erfindung erzielt, daß eine Aufgabe gelöst wird, einen ausreichenden Wärmeaustausch und einen stabilen Betrieb der Brennstoffzelle zu ermöglichen.

In einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem zur Montage in einem Fahrzeug vorgesehen, mit einer Verbrennungseinrichtung zum Verbrennen von Abgas von einer Brennstoffzelle, die mit einem Reformgas von einem Reformator versorgt wird; und einem Turbinenkompressor zum Einspeisen von Luft in die Brennstoffzelle, indem unter Anwendung von Verbrennungsenergie Luft an einer Kompressoreinheit komprimiert wird.

In einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem ersten Aspekt vorgesehen, wobei der Reformator einen Verdampfungsbrenner zum Verbrennen eines verdampfenden Brennstoffs einschließt.

In einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem ersten Aspekt vorgesehen, und zwar mit einem Wärmetauscher zur Aufrechterhaltung einer Temperatur einer Gasleitung an einem Einlaßabschnitt der Brennstoffzelle, indem ein von der Turbineneinheit des Turbinenkompressors abgelassenes Verbrennungsabgas eingeführt wird.

In einem vierten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem dritten Aspekt vorgesehen, und zwar mit einer mit einem Wassertank in Verbindung stehenden Befeuchtungs Vorrichtung zur Befeuchtung der von der Kompressoreinheit in die Brennstoffzelle gespeisten Luft.

In einem fünften Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem vierten Aspekt vorgesehen, und zwar mit einer Befeuchtungs Vorrichtung zur Befeuchtung des von dem Reformator in die Brennstoffzelle gespeisten Reformgases.

In einem sechsten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem fünften Aspekt vorgesehen, und zwar mit einer Vorheizvorrichtung zum Vorheizen von Wasser in einem die Befeuchtungs Vorrichtung ausmachenden Tank.

In einem siebten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem ersten Aspekt vorgesehen, und zwar mit einem Strömungsratensensor zur Erfassung einer Strömungsrate der von der Kompressoreinheit in die Brennstoffzelle gespeisten Luft; einem Strömungsratensensor zum Erfassen einer Strömungsrate des von dem Reformator in die Brennstoffzelle gespeisten Reformgases; einer

Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer Strömungsrate von Sauerstoff und einer Strömungsrate von Wasserstoff, die von der Brennstoffzelle in die Verbrennungseinrichtung gespeist werden, und zwar basierend auf einer erfaßten Menge der Luft und auf einer erfaßten Menge des Reformgases; und eine Strömungsratensteuereinrichtung zum Steuern der Strömungsrate von Sauerstoff und der Strömungsrate von Wasserstoff, die in die Verbrennungseinrichtung gemäß einem Steuersignal von der Berechnungseinrichtung eingespeist werden.

In einem achten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem siebten Aspekt vorgesehen, wobei die Berechnungseinrichtung den Strom und die Spannung der Brennstoffzelle überwacht.

In einem neunten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem achten Aspekt vorgesehen, wobei die Berechnungseinrichtung die Strömungsrate von Sauerstoff und die Strömungsrate von Wasserstoff berechnet, die basierend auf dem überwachten Strom und der überwachten Spannung der Brennstoffzelle in die Verbrennungseinrichtung eingespeist werden.

In einem zehnten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem fünften Aspekt vorgesehen, wobei der Wärmetauscher derart konstruiert ist, daß der Wärmeaustausch zwischen dem von der Verbrennungseinrichtung abgelassenen Verbrennungsabgas, dem Befeuchtungswasser von der Befeuchtungs Vorrichtung und dem Sauerstoff (Luft) als ein Oxidationsmittelgas von der Kompressoreinheit durchgeführt wird.

In einem elften Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem zehnten Aspekt vorgesehen, wobei der Wärmetauscher mittels des von der Verbrennungseinrichtung abgelassenen Verbrennungsabgases erwärmt wird.

In einem zwölften Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem elften Aspekt vorgesehen, wobei der Wärmetauscher aufweist: einen ersten Wärmetauscher zum Erwärmen des Sauerstoffes Luft als das Oxidationsmittelgas von der Kompressoreinheit; und einen zweiten Wärmetauscher zur Erwärmung des Reformgases von dem Reformator.

In einem dreizehnten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem zwölften Aspekt vorgesehen, wobei der zweite Wärmetauscher zum Erwärmen des Reformgases von dem Reformator eine Strömungsratensteuereinrichtung zum Steuern einer Strömungsrate des Verbrennungsabgases einschließt, das von der Verbrennungseinrichtung abgelassen und von diesem gespeist wird.

In einem vierzehnten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem gemäß dem dreizehnten Aspekt vorgesehen, wobei der erste und der zweite Wärmetauscher eine Umleitung und eine Umleitungsströmungsratensteuereinrichtung zum Steuern einer Umleitungsströmungsrate des Verbrennungsabgases in der Umleitung einschließen.

In dem ersten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion verbrennt die Verbrennungseinrichtung das Abgas von der Brennstoffzelle, die mit dem Reformgas von dem Reformator versorgt wird, und wird Luft an der Kompressoreinheit des Turbinenkompressors komprimiert, und zwar unter Anwendung der Verbrennungsenergie der Verbrennungseinrichtung, so daß Luft in die Brennstoffzelle gespeist wird, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß Energie unter effektiver Anwendung von unbenutztem Gas wiedergewonnen wird, wobei Energie eines Motors zum Antrieb des Turbinenkompressors zur Rotation reduziert wird.

In dem zweiten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem

ersten Aspekt hat der Reformer einen Verdampfungsbrenner zum Verbrennen des Verdampfungsbrennstoffs, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Ansprechempfindlichkeit des Reformers gefördert wird.

In dem dritten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem ersten Aspekt wird das von der Turbineneinheit des Turbinenkompressors abgelassene Verbrennungsabgas eingeführt, wobei die Temperatur der Gasleitung an dem Einlaßabschnitt der Brennstoffzelle mittels des Wärmetauschers aufrechterhalten wird, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß eine Kondensation von in die Brennstoffzelle eingeführtem Gas begrenzt ist.

In dem vierten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem dritten Aspekt befeuchtet die mit dem Wassertank in Verbindung stehende Befeuchtungsvorrichtung Luft, die von der Kompressoreinheit in die Brennstoffzelle gespeist wird, wodurch die Temperatur von in die Brennstoffzelle eingeführter Luft gesteuert und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

In dem fünften Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem vierten Aspekt befeuchtet die Befeuchtungsvorrichtung von dem Reformer in die Brennstoffzelle gespeistes Reformgas, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Temperatur von in die Brennstoffzelle eingeführtem Gas gesteuert und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

In dem sechsten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem ersten Aspekt heizt die Vorheizvorrichtung Wasser in dem die Befeuchtungsvorrichtung ausmachenden Tank vor, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß eine optimale Befeuchtung realisiert wird.

In dem siebten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem ersten Aspekt erfaßt der Strömungsratesensor die Menge an von der Kompressoreinheit in die Brennstoffzelle eingespeister Luft, wobei der Strömungsratesensor die Menge des von dem Reformer in die Brennstoffzelle gespeisten Reformgases erfaßt, und die Berechnungseinrichtung die Strömungsrate an Sauerstoff und die Strömungsrate an Wasserstoff berechnet, die von der Brennstoffzelle in die Verbrennungseinrichtung gespeist wird, und zwar auf der Grundlage der erfaßten Menge an Luft und der erfaßten Menge des Reformgases, während die Strömungsratensteuereinrichtung die Strömungsrate des Sauerstoffes und die Strömungsrate des Wasserstoffes steuert, die in die Verbrennungseinrichtung gemäß dem Steuersignal von der Berechnungseinrichtung gespeist wird, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Ansprechempfindlichkeit bzw. das Ansprechverhalten des Systems derart gefördert wird, daß das System als eine Fahrzeug-PC anwendbar ist und die Systemeffizienz gefördert wird.

In dem achten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem siebten Aspekt überwacht die Berechnungseinrichtung den Strom und die Spannung der Brennstoffzelle, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Steuerung gemäß einem Energieerzeugungszustand der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

In dem neunten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem achten Aspekt berechnet die Berechnungseinrichtung die Strömungsrate von Sauerstoff und die Strömungsrate von Wasserstoff, die in die Verbrennungseinrichtung gespeist werden, und zwar auf der Grundlage des überwachten Stromes und der überwachten Spannung der Brennstoffzelle, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Steuerung gemäß

dem Energieerzeugungszustand der Brennstoffzelle realisiert wird.

In dem zehnten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem ersten Aspekt wird Wärme des von der Verbrennungseinrichtung ausgestoßenen Verbrennungsabgases, Wärme des befeuchteten Wassers von der Befeuchtungsvorrichtung und Wärme von Sauerstoff (Luft) als ein Oxidationsmittelgas von der Kompressoreinheit mit Hilfe des Wärmetauschers ausgetauscht, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß ein ausreichender Wärmetausch und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

In dem elften Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem zehnten Aspekt wird der Wärmetauscher mit Hilfe des von der Verbrennungseinrichtung abgelassenen Verbrennungsabgases erwärmt, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß ein effizienter Wärmetausch und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

In dem zwölften Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem elften Aspekt erwärmt der erste Wärmetauscher, der den Wärmetauscher ausmacht, Sauerstoff (Luft) als ein Oxidationsmittelgas von der Kompressoreinheit und erwärmt der zweite Wärmetauscher das Reformgas von dem Reformer, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß ein effizienter Wärmeaustausch und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

In dem dreizehnten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem zwölften Aspekt steuert die Strömungsratensteuereinrichtung, die den zweiten Wärmetauscher ausmacht, um das Reformgas von dem Reformer zu erwärmen, die Strömungsrate des Verbrennungsabgases, das von der Verbrennungseinrichtung abgelassen und eingespeist wird, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Temperatur des in die Brennstoffzelle eingeführten Reformgases optimal aufrechterhalten wird und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

In dem vierzehnten Aspekt des Fahrzeugbrennstoffzellensystems mit der vorbeschriebenen Konstruktion gemäß dem dreizehnten Aspekt steuert die Umleitungsströmungsratensteuereinrichtung, die den ersten und zweiten Wärmetauscher ausmacht, die Umleitungsströmungsraten des Verbrennungsabgases in den Umleitungen, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Temperaturen des Reformgases und des Oxidationsmittelgases für das Brennstoff, das in die Brennstoffzelle eingeführt wird, optimal aufrechterhalten werden, wodurch ein noch stabilerer Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 ein Diagramm einer Beziehung zwischen einer Luftstromrate und der Energie in dem Brennstoffzellensystem gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 3 ein Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 ein Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 5 ein Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 6 ein Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 7 ein Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 8 ein Blockdiagramm eines Brennstoffzellensystems gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 9 ein Blockdiagramm eines ersten herkömmlichen Brennstoffzellensystems;

Fig. 10 ein Blockdiagramm einer zweiten herkömmlichen Brennstoffzellenvorrichtung; und

Fig. 11 ein Blockdiagramm eines dritten herkömmlichen Brennstoffzellensystems.

Eine Erläuterung der erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele anhand der Figuren folgt nachstehend.

#### (Erstes Ausführungsbeispiel)

Ein Brennstoffzellensystem zur Montage in einem Fahrzeug bzw. ein Fahrzeugbrennstoffzellensystem gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel hat eine Verbrennungsrichtung 1 zum Verbrennen von Gas von einer Brennstoffzelle 4, die von einem Reformier 3 mit Reformgas versorgt wird, einen Turbinenkompressor 2, an dessen Kompressoreinheit 22 Luft in die Brennstoffzelle 4 eingespeist wird, indem Luft dadurch komprimiert wird, daß Verbrennungsenergie der Verbrennungseinrichtung 1 zu seiner Turbineneinheit 21 getrieben wird, wie in Fig. 1 gezeigt.

Die Verbrennungseinrichtung 1 ist durch einen über eine FC-Abluftleitung 61 und eine FC-Reformableitung 62 mit der Brennstoffzelle 4 (Brennstoffzellenstapel) in Verbindung stehenden Brenner 10 ausgebildet, wobei diese die über die FC-Abluftleitung 61 und der FC-Reformableitung 62 von der Brennstoffzelle 4 eingespeiste FC-Abluft und das FC-Reformgas verbrennt und das eine große Temperatur aufweisende Verbrennungsgas abläßt.

Der Turbinenkompressor 2 hat als eine Rotationsantriebsquelle einen Motor 20, wobei die Turbineneinheit 21 dadurch zur Rotation angetrieben wird, daß sie mit der Verbrennungsenergie der Verbrennungseinrichtung 1 betrieben wird, und die Kompressoreinheit 22 zum Einspeisen von Luft in die Brennstoffzelle 4 durch Komprimieren der Luft betrieben wird.

In dem Reformier 3 ist ein Verdampfungsbrenner 31 eingebaut, der mit Hilfe einer Methanol-Pumpe 33 mit einer als Verdampfungsbrennstoff dienenden, in einem Methanol-Wasser-Gemisch-Tank 32 gespeicherten Lösung aus Methanol-Wasser-Gemisch versorgt wird, und zwar zum Verbrennen der Gemischlösung, wobei dieser durch einen Reformiergrundkörper 30 zum Verdampfen von Reformbrennstoff und zur Erzeugung von Reformgas ausgebildet wird.

Ein Wärmetauscher 5 ist an einem Einlaßabschnitt der Brennstoffzelle 4 ausgebildet, um in einer den Reformier 3 mit der Brennstoffzelle 4 verbindenden FC-Reformgasleitung 63 und in einer die Kompressoreinheit 22 mit der Brennstoffzelle 4 verbindenden FC-Luftleitung 64 angeordnet zu sein, und um das von der Turbineneinheit 21 des Turbinenkompressors 2 abgelassene Verbrennungsabgas einzuführen und um eine Temperatur der Gasleitungen 63 und 64 an dem Einlaßabschnitt der Brennstoffzelle 4 aufrechtzuerhalten.

Gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des ersten Ausführungsbeispiels mit der vorherbeschriebenen Konstruktion verbrennt als die Verbrennungseinrichtung 1 der Brenner 10 unbenutztes Gas und unbenutzte Luft von der Brennstoffzelle, wobei die erzeugte Verbrennungsenergie verwendet wird, um die Turbineneinheit 21 des Turbinenkompressors 2 zu betreiben, wodurch dieser zur Rotation der Kompressoreinheit 22 angetrieben wird.

Durch Rotation der Kompressoreinheit 22 wird Luft in der Kompressoreinheit 22 komprimiert und der Brennstoffzelle 4 zugeführt.

Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel des den vorherbeschriebenen Betrieb ermöglichenden Fahrzeugbrennstoffzellensystems wird Energie wiedergewonnen, indem unbe-

nutztes Gas effektiv verwendet wird, um den Turbinenkompressor 2 zur Rotation anzutreiben, wobei demgemäß ein Effekt erzielt wird, daß ein Rotationsantrieb des Motors 20 unterstützt wird, die Energie des Motors 20 reduziert wird und somit ein Energieverbrauch des Systems um 1 bis 3 KW reduziert wird, wie in Fig. 2 gezeigt ist.

Ferner wird gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des ersten Ausführungsbeispiels der Reformier 3 mit dem Verdampfungsbrenner 31 zur Verbrennung von Methanol als verdampfender Brennstoff bzw. Verdampfungsbrennstoff ausgerüstet und wird demgemäß ein Effekt erzielt, die Ansprechempfindlichkeit des Reformiers 3 zu fördern.

Ferner wird gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des ersten Ausführungsbeispiels von der Turbineneinheit 21 des Turbinenkompressors 2 abgelassenes Verbrennungsabgas eingeführt und werden Temperaturen der Gasleitungen 63 und 64 an dem Einlaßabschnitt der Brennstoffzelle 4 mittels des Wärmetauschers 5 aufrechterhalten, wodurch ein Effekt erzielt wird, eine Kondensation von in die Brennstoffzelle 4 eingeführtem Gas zu begrenzen.

#### (Zweites Ausführungsbeispiel)

Wie der Fig. 3 entnehmbar ist, liegt ein Unterschied eines Fahrzeugbrennstoffzellensystems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel darin, daß eine Befeuchtungsvorrichtung 7 dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem gemäß den ersten Ausführungsbeispiel zugefügt worden ist, wobei sich nachstehend die Erläuterungen auf diesen Unterschied beziehen.

Die Befeuchtungsvorrichtung 7 hat eine mit einem Wassertank 70 in Verbindung stehende Wasserpumpe 71, eine mit der Wasserpumpe 71 in Verbindung stehende erste Düse 72 zum Befeuchten von, von der Kompressoreinheit 22 in die Brennstoffzelle 4 zugeführter Luft und eine zweite Düse 73 zum Befeuchten des von dem Reformier 3 in die Brennstoffzelle 4 zugeführten Reformgases.

Gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des zweiten Ausführungsbeispiels mit der vorherbeschriebenen Konstruktion befeuchtet die mit dem Wassertank 70 in Verbindung stehende erste Düse 72 von der Kompressoreinheit 22 in die Brennstoffzelle 4 zugeführte Luft, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß eine Temperatur von in die Brennstoffzelle 4 eingespeister Luft gesteuert und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

Ferner befeuchtet gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des zweiten Ausführungsbeispiels die die Befeuchtungsvorrichtung 7 ausmachende zweite Düse 73 von dem Reformier 3 in die Brennstoffzelle 4 gespeistes Reformgas, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Temperatur von in die Brennstoffzelle 4 eingeführtem Gas gesteuert und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

#### (Drittes Ausführungsbeispiel)

Wie in Fig. 4 gezeigt, liegt ein Unterschied eines Fahrzeugbrennstoffzellensystems zwischen dem dritten Ausführungsbeispiel und dem ersten Ausführungsbeispiel darin, daß eine in die Brennstoffzelle 4 gespeiste Luftmenge und Reformgasmenge ermittelt und eine Sauerstoffströmungsrate sowie eine in die Verbrennungseinrichtung 1 gespeisten Wasserstoffströmungsrate gesteuert werden.

In einem Fahrzeugbrennstoffzellensystem gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ist ein Strömungsratensteuerventil 85, das in einer Leitung für von einem Gasauslaß des Brennstoffzellenstapels 4 abgelassenes Brennstoffabgas eingerichtet ist, ein in einer Oxidationsmittelableitung bzw. Sauerstoffträgerableitung 61 eingerichtetes Strömungsratensteuerventil 84, ein Abgasverbrennungsbrenner zum Ver-



brennen von verbleibendem Wasserstoffgas sowie Sauerstoffgas über diese Ventile, und die Lufteinspeisevorrichtung 2 installiert, die mit einer Vorrichtung, wie z. B. einer Gasturbine, die thermische Energie als Energiequelle wiedergewinnen kann, versehen ist.

Strömungsratenmeßgeräte 81 und 82 zur Messung von Strömungsraten als Parameter zur Berechnung von Raten zur Anwendung von Wasserstoff und Sauerstoff werden an einer Gaseinlaßseite des Brennstoffzellenstapels 4 installiert. Es ist eine FC-Steuereinheit 83 installiert, die den Steuerbetrag der beiden Strömungsratensteuerventile 84 und 85 dadurch berechnet, daß Strom und Spannung des Brennstoffzellenstapels und der beiden Strömungsratenmeßgeräte 81 und 82 überwacht werden, wodurch angemessene Gas-mengen zu dem Abgasverbrennungsbrenner 1 gespeist werden.

Das heißt, daß die Erfassungseinrichtung das Strömungsratenmeßgerät 81 als einen Sauerstoffsensor zur Erfassung einer von der Kompressoreinheit 22 in die Brennstoffzelle 4 gespeisten Sauerstoffmenge aufweist und das Strömungsratenmeßgerät 82 als einen Reformgassensors aufweist zur Erfassung einer von dem Reformer 3 in die Brennstoffzelle 4 gespeisten Reformgasmenge.

Die Berechnungseinrichtung 83 ist festgelegt, um eine Sauerstoffströmungsrate und eine Wasserstoffströmungsrate zu berechnen, die von der Brennstoffzelle 4 in die Verbrennungseinrichtung 1 gespeist werden, und zwar basierend auf der erfaßten Sauerstoffmenge und der erfaßten Wasserstoffmenge und indem der Strom und die Spannung der Brennstoffzelle überwacht werden.

Die Strömungsratensteuereinrichtung hat das erste Strömungsratensteuerventil 84 zur Steuerung der Strömungsrate von Sauerstoff und das zweite Strömungsratensteuerventil 85 zur Steuerung der Strömungsrate von Wasserstoff, die beide gemäß einem Steuersignal der Berechnungseinrichtung in die Verbrennungseinrichtung gespeist werden.

In dem Brennstoffzellensystem für die Anwendung in einem Fahrzeug, in welchem eine kompakte Ausbildung ein vorherrschender Faktor ist, ist es unangebracht, Mengen an verbleibendem Wasserstoff und Sauerstoff effizient durch einen Brenner zu verbrennen. Daher müssen die zu dem Abgasverbrennungsbrenner 1 gespeisten Mengen an Wasserstoff und Sauerstoff gemäß einer Belastung reguliert werden. Die Mengen von verbleibendem Wasserstoff und Sauerstoff können durch die FC-Steuereinheit 83 berechnet werden, indem die an den Gaseinlässen des Brennstoffzellenstapels 4 eingerichteten Strömungsratenmeßgeräte 84 und 85 sowie der Strom und die Spannung des Stapels überwacht werden, wodurch es ermöglicht wird, die Energieerzeugungssituation zu erfassen.

Die Menge oder der Druck von in den FC-Stapel 4 strömendem Gas kann reguliert werden, indem die Lufteinspeisevorrichtung 2 mittels der FC-Steuereinheit 83 elektrisch gesteuert wird.

Eine Erläuterung des Betriebs des Steuersystems gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel folgt. Wie in Fig. 4 gezeigt, kann mit bezug auf Brennstoffgas, das zur Ausführung einer elektrochemischen Reaktion in den Brennstoffzellen-FC-Stapel 4 Wasserstoff- und ein Oxidationsmittelgas einschließlich Sauerstoff enthält, Energie in Form von thermischer Energie aus Abgasen mittels des Abgasverbrennungsbrenners 1 wiedergewonnen werden.

Beispielsweise wird Luft von der Lufteinspeisevorrichtung 2 mit einer Gasturbine oder dergleichen zu der Oxidier-elektroden-seite des FC-Stapels geführt, indem diese durch eine Oxidationsmittelgaszuleitung durch das erste Strömungsratenmeßgerät 81 geleitet wird. Gleichmaßen wird Brennstoffgas von der Lufteinspeisevorrichtung 2 zu einer

Brennstoffelektroden-seite des FC-Stapels 4 eingeführt, indem es über die Reformvorrichtung 3 und die Brennstoffgaszuleitung 63 durch das Strömungsratenmeßgerät 82 geleitet wird.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel des Fahrzeugmontierbrennstoffzellensystems, das den vorgeschriebenen Betrieb erzielt, werden die an den Gasauslässen eingerichteten Strömungsratensteuerventile 84 und 85 mittels der FC-Steuereinheit 83 ausgehend von dem berechneten Ergebnis gesteuert, mit dem passende Mengen an Wasserstoff und Sauerstoff zu dem Abgasverbrennungsbrenner 1 gespeist werden und die Effizienz des Systems gefördert wird, wobei Gasmengen an Auslässen des Stapels unter Anwendung der Strömungsratenreguliertventile 84 und 85 gesteuert werden, ohne die Lufteinspeisevorrichtung 2 zu regulieren, wodurch ein Effekt einer Ausbildung eines Systems mit einem schnellen Ansprechverhalten erzielt wird.

Ferner werden gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel des Fahrzeugbrennstoffzellensystems in dieser Weise eingespeiste Gase verwendet, wie abgelassener Wasserstoff und Sauerstoff, die verbleiben, ohne zur Energieerzeugung in dem FC-Stapel 4 verwendet zu werden. Absolutmengen des verbleibenden Wasserstoffes und Sauerstoffes werden gemäß einer Belastung variiert, wobei insbesondere dann, wenn der verbleibende Wasserstoff und Sauerstoff für eine Fahrzeug-FC verwendet werden, ein Effekt erzielt wird, daß eine Belastungsvariation signifikant ist und ein Ansprechverhalten schnell ist.

#### (Viertes Ausführungsbeispiel)

Wie in Fig. 5 gezeigt, liegt ein Unterschied eines Fahrzeugbrennstoffzellensystems gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel darin, daß die Lufteinspeisevorrichtung 2 Luft in die Brennstoffzelle 4 und der Reformvorrichtung 3 einspeist, ohne die Verbrennungsenergie des Abgasverbrennungsbrenners 1 anzuwenden; eine Erläuterung bezieht sich nachstehend auf diesen Unterschied.

Gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des vierten Ausführungsbeispiels verwendet die Lufteinspeisevorrichtung 2 nicht die Verbrennungsenergie des Abgasverbrennungsbrenners 1, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß verhindert wird, daß die Brennstoffzelle 4 unbehandelte Abgase abläßt.

#### (Fünftes Ausführungsbeispiel)

Wie in Fig. 6 gezeigt, liegt ein Unterschied eines Fahrzeugbrennstoffzellensystems gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel darin, daß die Verbrennungsenergie des Abgasverbrennungsbrenners 1 für einen Verdampfungsbrenner des Reformers 3 verwendet wird; die nachstehende Erläuterung bezieht sich auf diesen Unterschied.

Gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des fünften Ausführungsbeispiels verwendet der Verdampfungsbrenner des Reformers 3 die Verbrennungsenergie des Abgasverbrennungsbrenners 1, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß Methanol als Brennstoff zur Verdampfung im Reformer – wie im ersten Ausführungsbeispiel – weggelassen werden kann.

#### (Sechstes Ausführungsbeispiel)

Wie in Fig. 7 gezeigt, liegt ein Unterschied des Fahrzeugbrennstoffzellensystems gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel zum ersten Ausführungsbeispiel darin, daß der Wärmetauscher 5 derart ausgebildet ist, daß Wärme des von der Verbrennungseinrichtung 1 ausgelassenen Verbren-

nungsabgases, Wärme von befeuchtetem Wasser von der Befeuchtungsvorrichtung 7 und Wärme von Sauerstoff als ein Oxidationsmittel bzw. Sauerstoffträger von der Kompressoreinheit 22 ausgetauscht werden; die nachstehende Erläuterung bezieht sich auf diesen Unterschied.

Gemäß dem Brennstoffzellensystem des sechsten Ausführungsbeispiels sind in einer Brennstoffzellenenergieerzeugungsvorrichtung mit der Verbrennungseinrichtung 1 zur Wiedergewinnung und Verbrennung von Gas von der Brennstoffzelle 4 Wärmetauscher 51 und 52 installiert, um diese zu heizen, wodurch sich die Temperatur von Befeuchtungswasser und Oxidationsmittelgas mittels der Wärme des verbrannten, von der Verbrennungseinrichtung 1 abgelassenen Abgases erhöht.

Durch ein Installieren eines Strömungsratensteuerventils 53 zwischen der Turbineneinheit 21 und dem zweiten Wärmetauscher 52 zum Wärmetausch mit dem Reformgas wird eine Rate von in die Wärmetauscher an der Seite des Brennstoffgases und an der Seite des Oxidationsmittelgases strömenden Verbrennungsabgasmenigen nach Notwendigkeit gesteuert, um sich dadurch zu erwärmen, wodurch Temperaturen des Befeuchtungswassers, des Brennstoffes und des Oxidationsmittels ansteigen.

Gemäß den Fahrzeugbrennstoffzellensystem des sechsten Ausführungsbeispiels mit der vorgeschriebenen Konstruktion und den Betrieb tauscht der Wärmetauscher 5 Wärme des von der Verbrennungseinrichtung 1 abgelassenen Verbrennungsabgases mit der Wärme des Befeuchtungswassers von der Befeuchtungsvorrichtung 7 und Sauerstoff als das Oxidationsmittelgas von der Kompressoreinheit 2, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß ein ausreichender Wärmetausch ermöglicht und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle 4 ermöglicht wird.

Ferner erwärmt gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des sechsten Ausführungsbeispiels der Wärmetauscher 5 dieses mittels des von der Verbrennungseinrichtung 1 abgelassenen Verbrennungsabgases, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß ein ausreichender Wärmetausch ermöglicht und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

Ferner erwärmt gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des sechsten Ausführungsbeispiels der den Wärmetauscher 5 ausmachende erste Wärmetauscher 51 Sauerstoff als das Oxidationsmittel für ein Brennstoffgas von der Kompressoreinheit 22, wobei der zweite Wärmetauscher 52 das Reformgas von dem Reformer 3 erwärmt, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß ein effizienter Wärmetausch ermöglicht und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle ermöglicht wird.

Ferner steuert gemäß dem Fahrzeugbrennstoffzellensystem des sechsten Ausführungsbeispiels das den zweiten Wärmetauscher 52 zur Erwärmung des Reformgases von dem Reformer 3 ausmachende Strömungsratensteuerventil 53 die Strömungsrate des von der Verbrennungseinrichtung abgelassenen und gespeisten Verbrennungsabgases, wodurch ein Effekt erzielt wird, daß die Rate an Verbrennungsabgasmenigen gesteuert werden, die Temperatur des in die Brennstoffzelle 4 eingeführten Reformgases optimal aufrechterhalten wird und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle 4 ermöglicht wird.

(Siebtes Ausführungsbeispiel)

Wie in Fig. 8 gezeigt, liegt ein Unterschied eines Fahrzeugbrennstoffzellensystems gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel zum sechsten Ausführungsbeispiel darin, daß den Wärmetauscher 5 ausmachende erste und zweite Wärmetauscher 51 und 52 jeweils mit Umleitungen 54 und 55 und einer Umleitungsströmungsratensteuereinrichtung 56

und 57 zur Steuerung der Umleitungsströmungsraten des Verbrennungsabgases in den Umleitungen versehen sind, wobei sich nachstehend eine Erläuterung auf diesen Unterschied bezieht.

Gemäß dem Brennstoffzellensystem des siebten Ausführungsbeispiels werden in der Wärmetauschereinheit Verbrennungsabgas, die Umleitungen 54 und 55 und die Strömungsratensteuerventile 56 und 57 installiert. Ferner werden Temperaturerfassungseinrichtungen 58 und 59 an den Brennstoffgas- und den Oxidationsmittelgasleitungen 63 und 64 installiert.

Gemäß den Brennstoffzellensystem des siebten Ausführungsbeispiels wird, während die erfaßten Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  der Brennstoffgas- und Oxidationsmittelgasleitungen überwacht werden, durch ein Steuern der in die Wärmetauscher 51 und 52 strömenden Verbrennungsabgasmenigen mit Hilfe der Strömungsratensteuerventile 56 und 57 ein Effekt erzielt, daß die Temperatur von in die Brennstoffzelle strömendem Gas bei einem optimalen Wert aufrechterhalten und ein stabiler Betrieb der Brennstoffzelle 4 ermöglicht wird.

Die vorgeschriebenen Ausführungsbeispiele sind zur Erläuterung dargelegt worden, wobei die Erfindung nicht darauf beschränkt ist, sondern Modifikationen und Zusätze möglich sind, sofern diese Modifikationen und Zusätze nicht gegen den technischen Gedanken der Erfindung verstoßen, und von einem Fachmann aus dem Bereich der Ansprüche, der ausführlichen Beschreibung der Erfindung und der Beschreibung der Zeichnungen entnehmbar ist.

Es wird ein Brennstoffzellensystem offenbart, das mit einer Verbrennungseinrichtung 1 zum Verbrennen von Abgas von einer Brennstoffzelle 4, die von einem Reformer 3 mit Reformgas versorgt wird, und einem Turbinenkompressor 2 zum Einspeisen von Luft in die Brennstoffzelle 4 ausgebildet ist, indem Verbrennungsenergie der Verbrennungseinrichtung 1 unter Verwendung einer Turbineneinheit 21 Luft an einer Kompressoreinheit 22 komprimiert, wodurch Energie eines Motors 20 zum Antrieb des Turbinenkompressors zur Rotation mit Hilfe von wiedergewonnener Energie durch eine effektive Anwendung von unbenutztem Gas reduziert wird.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem zur Montage in einem Fahrzeug mit einer Verbrennungseinrichtung (1) zum Verbrennen von Abgas von einer Brennstoffzelle (4), die mit einem Reformgas von einem Reformer (3) versorgt wird; und einem Turbinenkompressor (20) zum Einspeisen von Luft in die Brennstoffzelle, indem unter Anwendung von Verbrennungsenergie Luft an einer Kompressoreinheit (22) komprimiert wird.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei der Reformer einen Verdampfungsbrenner (31) zum Verbrennen eines verdampfenden Brennstoffs einschließt.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, ferner mit einem Wärmetauscher (5) zur Aufrechterhaltung einer Temperatur einer Gasleitung (63) an einem Einlaßabschnitt der Brennstoffzelle, indem ein von der Turbineneinheit des Turbinenkompressors (21) abgelassenes Verbrennungsabgas eingeführt wird.
4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 3, ferner mit einer mit einem Wassertank (70) in Verbindung stehenden Befeuchtungsvorrichtung (7) zur Befeuchtung der von der Kompressoreinheit in die Brennstoffzelle gespeisten Luft.



5. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 4, ferner mit einer Befeuchtungsvorrichtung (7) zur Befeuchtung des von dem Reformier in die Brennstoffzelle gespeisten Reformgases.

6. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 5, ferner mit einer Vorheizvorrichtung zum Vorheizen von Wasser in einem die Befeuchtungsvorrichtung ausmachenden Tank.

7. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, ferner mit

einem Strömungsratensensor (81) zur Erfassung einer Strömungsrate der von der Kompressoreinheit in die Brennstoffzelle gespeisten Luft;

einem Strömungsratensensor (82) zum Erfassen einer Strömungsrate des von dem Reformier in die Brennstoffzelle gespeisten Reformgases;

einer Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer Strömungsrate von Sauerstoff und einer Strömungsrate von Wasserstoff, die von der Brennstoffzelle in die Verbrennungseinrichtung gespeist werden, und zwar basierend auf einer erfaßten Menge der Luft und auf einer erfaßten Menge des Reformgases; und

eine Strömungsratensteuereinrichtung (83) zum Steuern der Strömungsrate von Sauerstoff und der Strömungsrate von Wasserstoff, die in die Verbrennungseinrichtung gemäß einem Steuersignal von der Berechnungseinrichtung eingespeist werden.

8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, wobei die Berechnungseinrichtung den Strom und die Spannung der Brennstoffzelle überwacht.

9. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 8, wobei die Berechnungseinrichtung die Strömungsrate von Sauerstoff und die Strömungsrate von Wasserstoff berechnet, die basierend auf dem überwachten Strom und der überwachten Spannung der Brennstoffzelle in die Verbrennungseinrichtung eingespeist werden.

10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 5, wobei der Wärmetauscher (5) derart konstruiert ist, daß der Wärmetausch zwischen dem von der Verbrennungseinrichtung abgelassenen Verbrennungsabgas, dem Befeuchtungswasser von der Befeuchtungsvorrichtung und dem Sauerstoff (Luft) als ein Oxidationsmittelgas von der Kompressoreinheit durchgeführt wird.

11. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 10, wobei der Wärmetauscher mittels des von der Verbrennungseinrichtung abgelassenen Verbrennungsabgases erwärmt wird.

12. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 11, wobei der Wärmetauscher aufweist:

einen ersten Wärmetauscher (51) zum Erwärmen des Sauerstoffes (Luft) als das Oxidationsmittelgas von der Kompressoreinheit; und

einen zweiten Wärmetauscher (52) zur Erwärmung des Reformgases von dem Reformier.

13. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 12, wobei der zweite Wärmetauscher zum Erwärmen des Reformgases von dem Reformier eine Strömungsratensteuereinrichtung (53) zum Steuern einer Strömungsrate des Verbrennungsabgases einschließt, das von der Verbrennungseinrichtung abgelassen und von diesem gespeist wird.

14. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 13, wobei der erste und der zweite Wärmetauscher eine Umleitung (54, 55) und eine Umleitungsströmungsratensteuereinrichtung (56, 57) zum Steuern einer Umleitungsströmungsrate des Verbrennungsabgases in der Umlei-

tung einschließen.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

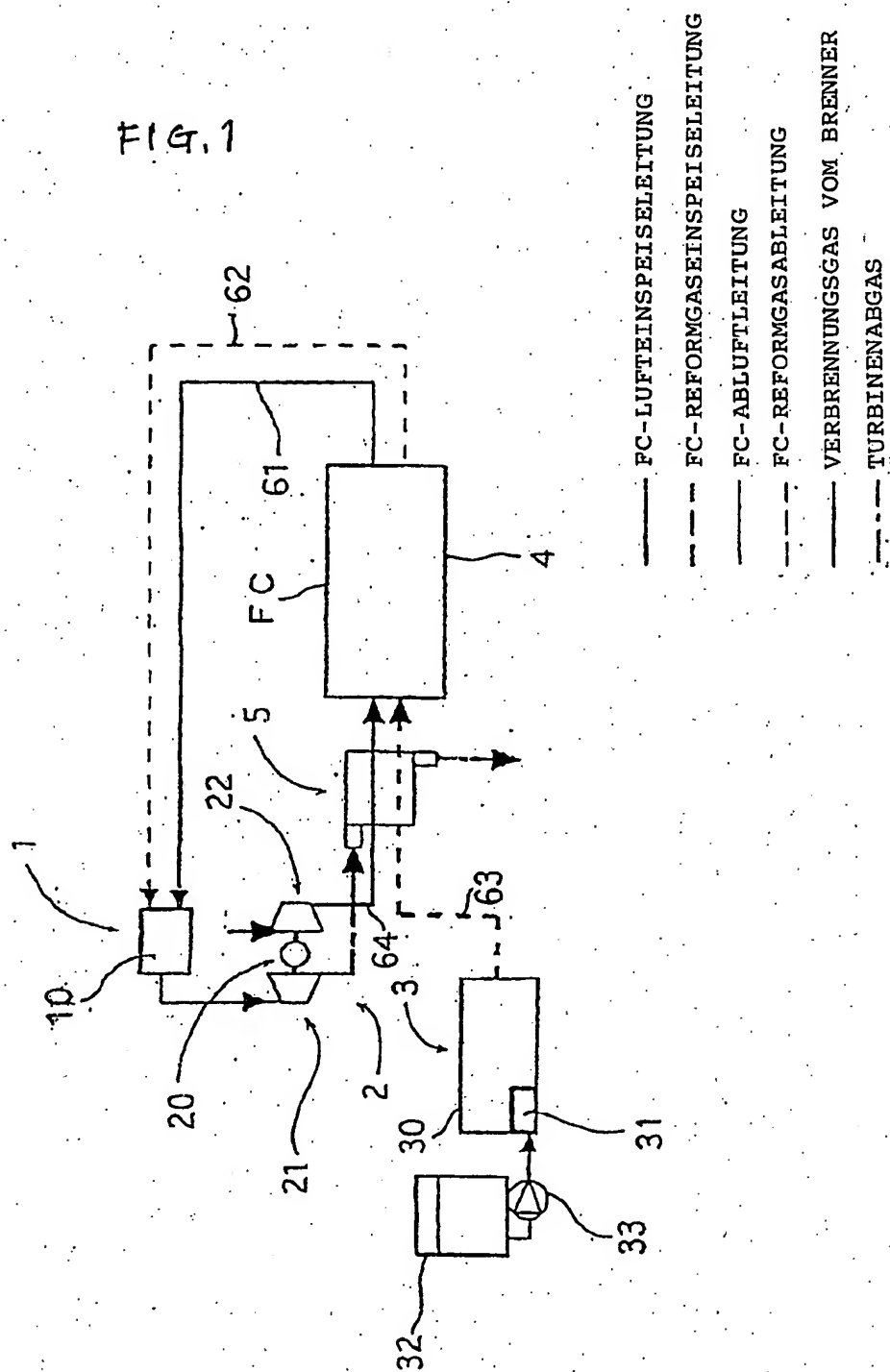


FIG. 2

KOMPRESSORENERGIE (SCHÄTZWERT)

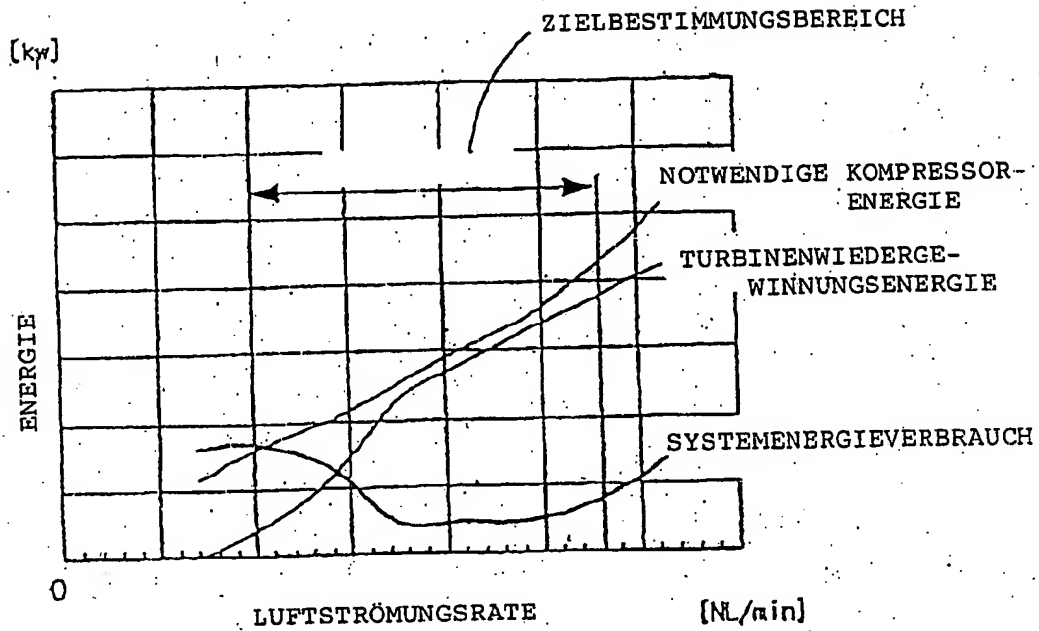
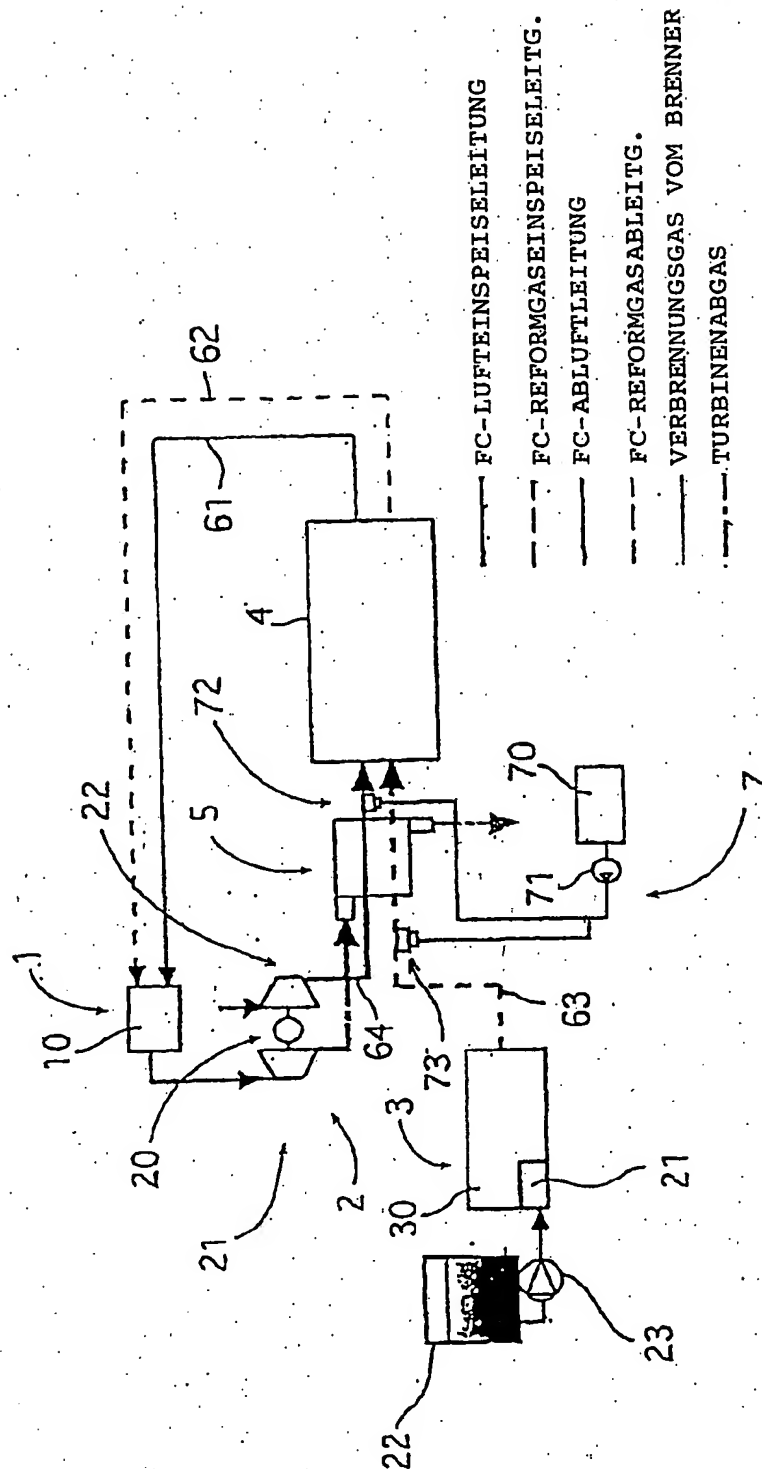


Fig. 3



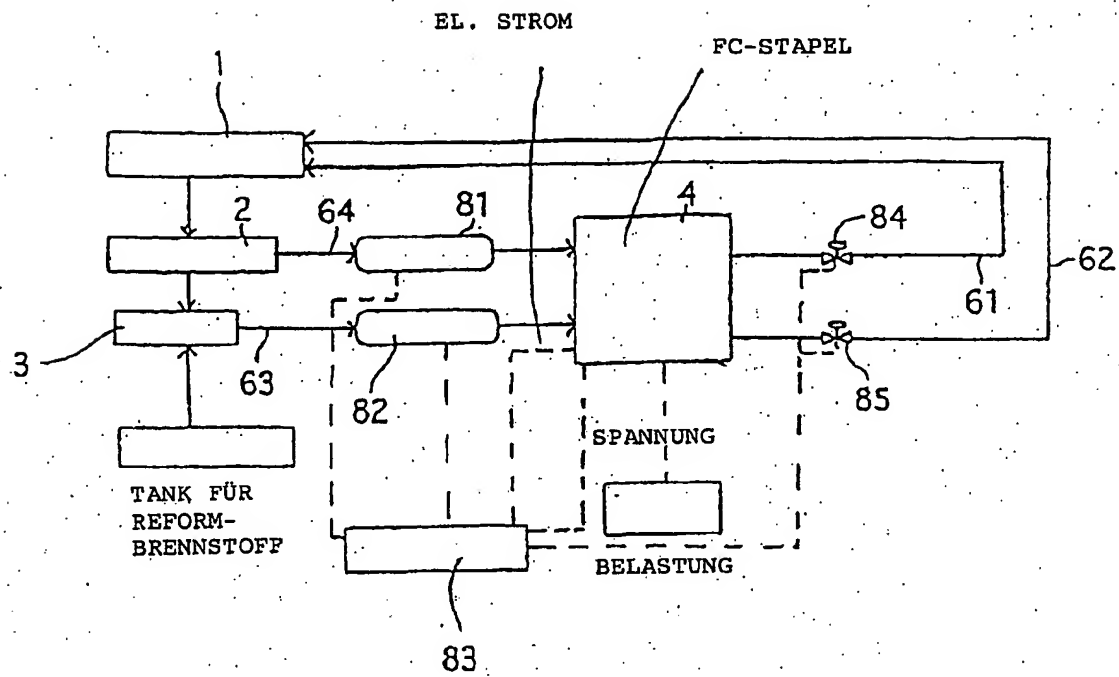


Fig. 4



FIG. 5

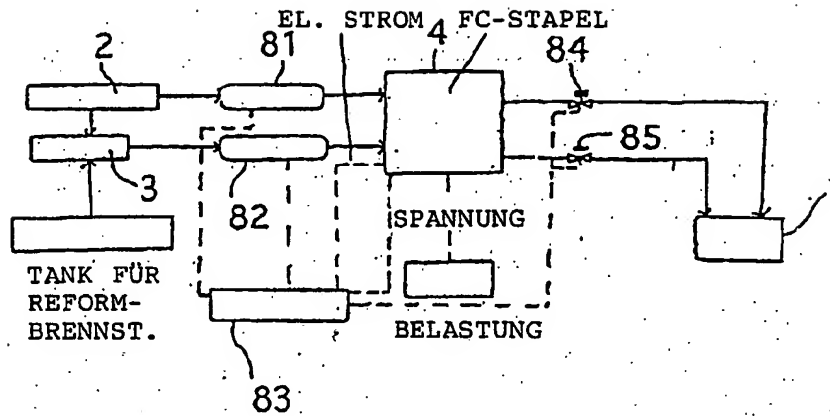
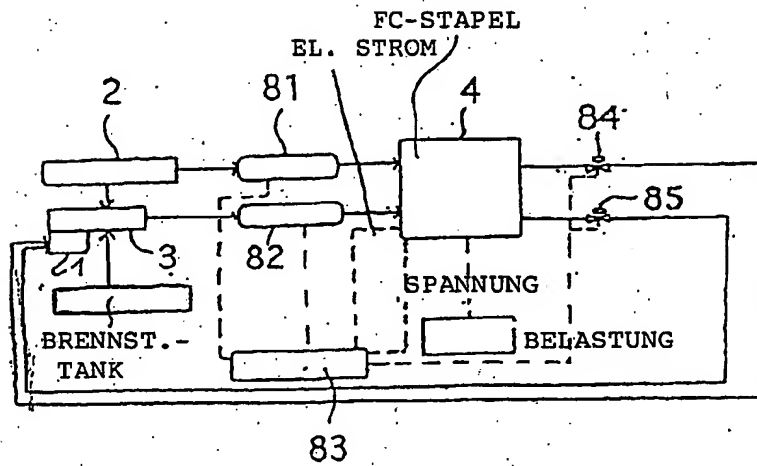


FIG. 6



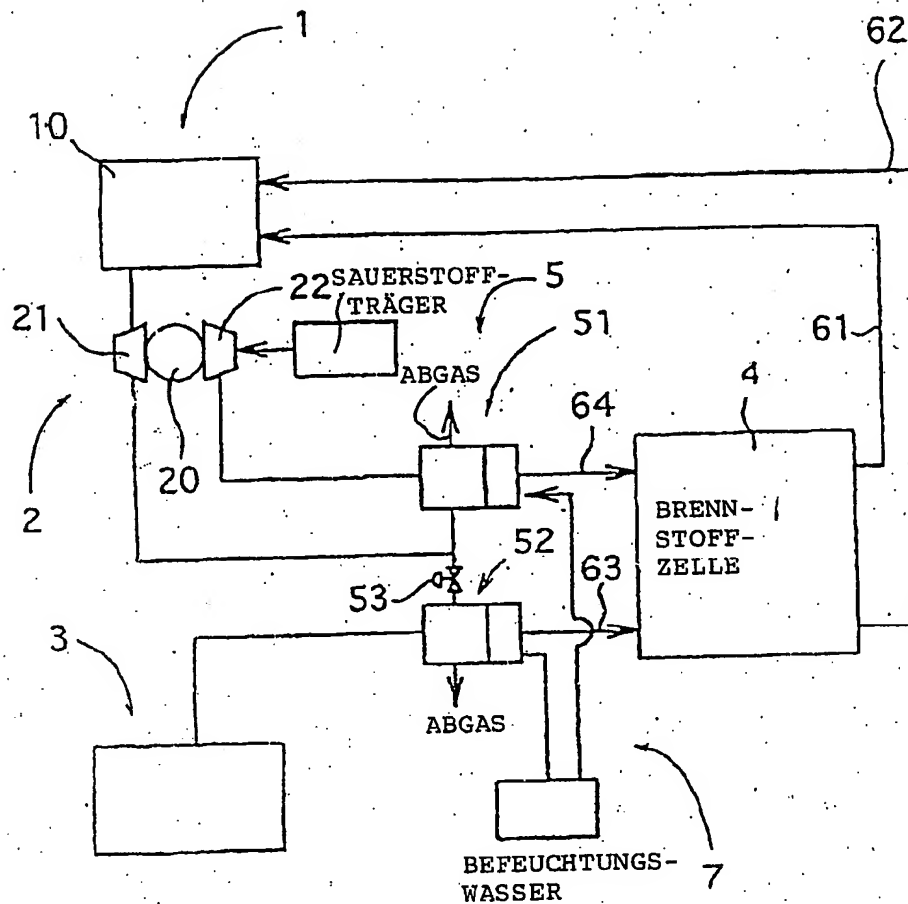


Fig. 7

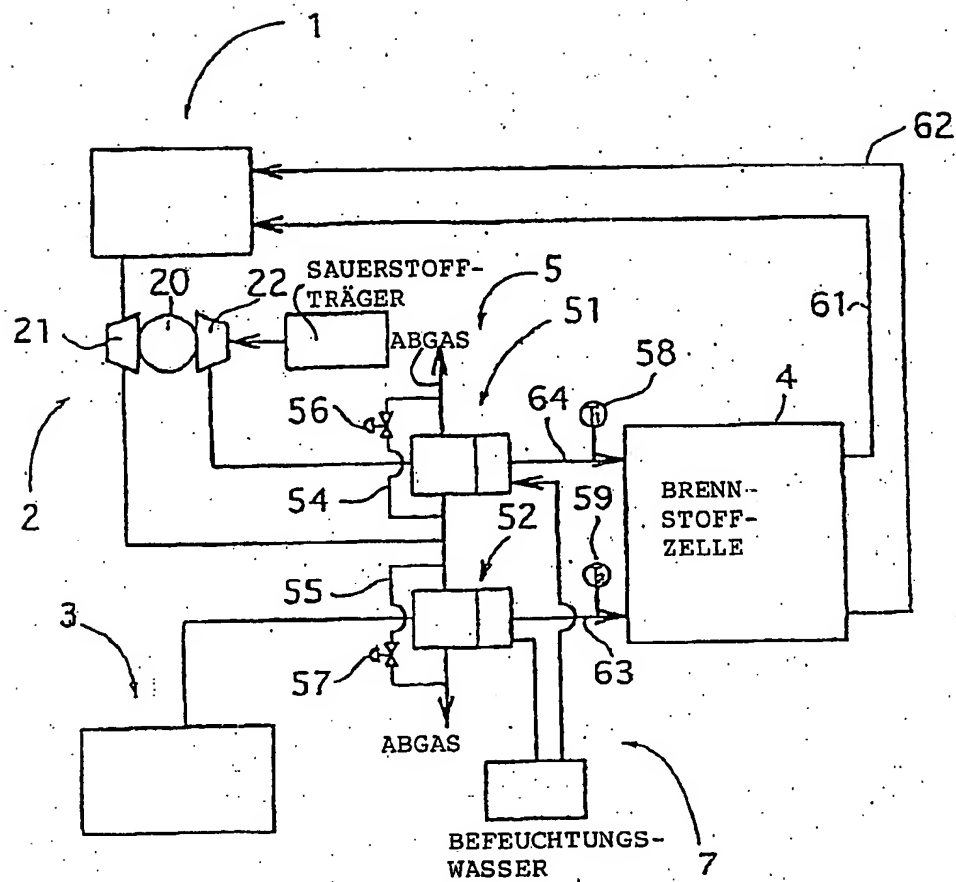


Fig. 8

Fig. 9

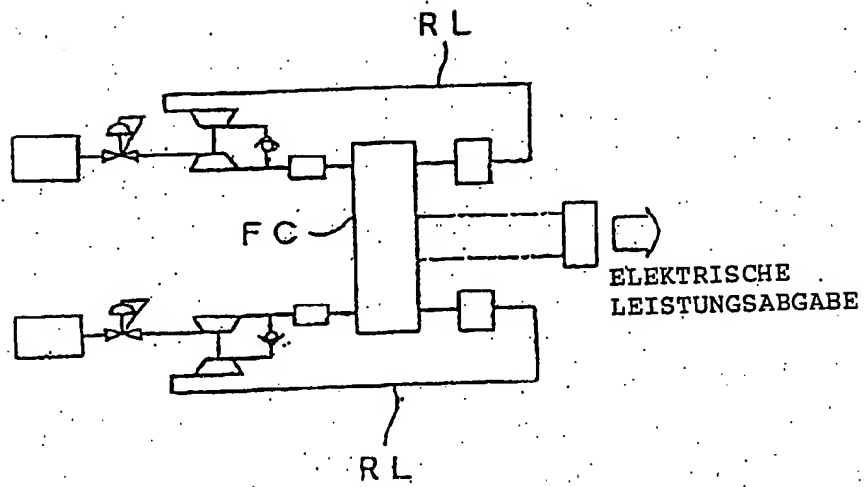
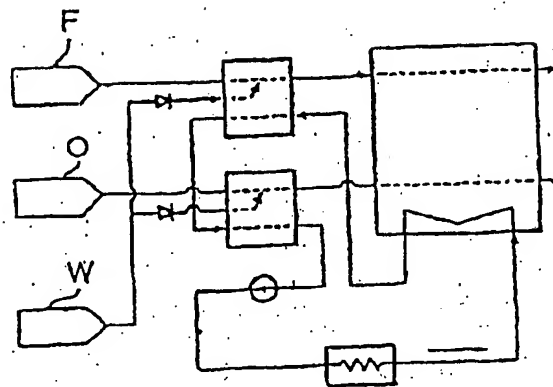


Fig. 11



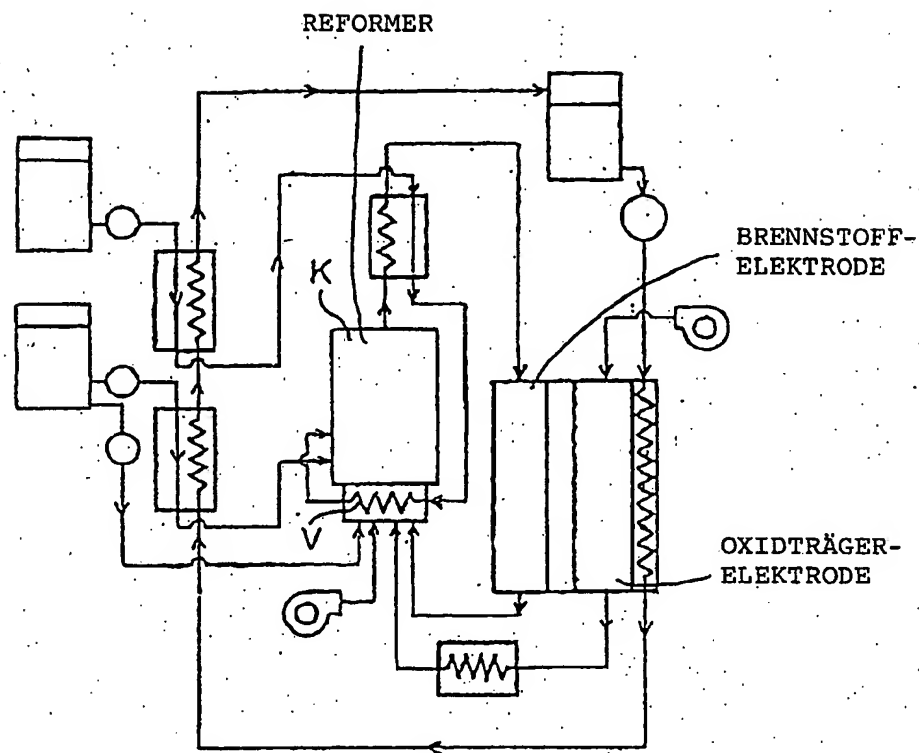


Fig. 10